



WRI MEXICO

Presenta:

TheCityFix™

LEARN

WEBINAR



# Soluciones de Infraestructura Verde para la Seguridad Hídrica en Ciudades.

Webinar 07.11.18, CDMX

# ¿QUÉ TEMAS ABORDAREMOS HOY?

---

1. ¿Qué es, para qué sirve y qué tipo de Soluciones abarca la “Infraestructura Verde”?
2. Ruta de planeación: ¿Cómo construir un portafolio de infraestructura verde para la seguridad y resiliencia hídrica urbana?
3. Consideraciones adicionales para la implementación exitosa (aspectos legales y financieros)
4. Casos de referencia internacionales y nacionales



# ¿DE DÓNDE PARTIMOS?

## Contexto:

50-60% del agua que abastece la CDMX proviene de fuentes no sostenibles o con impactos ambientales significativos - acuíferos en déficit o sobre-explotación (32%) o trasvases de otras cuencas externas al territorio (22%).

## Paradójicamente:

- Cerca del 21% de la población no recibe agua a razón diaria.
- Fracturas en al menos 40% de la red y pérdidas e ineficiencias superiores al 40%.
- Alertas de encharcamientos e inundaciones en numerosas colonias de la ciudad cada temporada de lluvias

Mientras tanto, la ciudad sigue creciendo a ritmos importantes con un mercado inmobiliario dinámico y con stocks de vivienda crecientes



# ¿HACIA DONDE QUEREMOS IR?

## ¿Qué?

Queremos transitar hacia modelos de **ciudades resilientes y sensibles al agua.**

Ciudades capaces de **aprovechar las oportunidades naturales, y los espacios (públicos y privados) para el aprovechamiento eficiente del agua y la incorporación de infraestructura verde de captación, tratamiento, reuso, y mitigación de riesgos por inundación.**

## ¿Cómo?

Integrar la perspectiva hídrica en la visión y políticas desarrollo urbano, mediante la generación e impulso de estrategias, acciones y políticas, en materia de:

(1) **Aprovechamiento eficiente del agua** (incentivos, políticas y modelos -técnicos, jurídicos y financieros- para incorporar la **captación, uso eficiente, reuso e infiltración continuos de agua en los planes, programas y políticas de desarrollo urbano** y construcción de la ciudad)

(2) **Incorporación de infraestructura verde para la gestión hídrica en espacios públicos y privados**, y en el modelo de desarrollo cotidiano de la ciudad.



Fuente: Fotografía. Recuperada de <http://greenworkspc.com/2017/02/03/tanner-springs-park-honored-frontline-park/>.



1. ¿QUÉ ES, PARA QUÉ SIRVE Y QUÉ TIPO DE SOLUCIONES ABARCA LA INFRAESTRUCTURA VERDE?

# ¿QUÉ ES LA INFRAESTRUCTURA VERDE?



Estructura espacial que genera beneficios de la naturaleza a las personas. La infraestructura verde tiene como objetivo mejorar la capacidad de la naturaleza para facilitar bienes y servicios ecosistémicos múltiples y valiosos, tales como agua o aire limpios. (Comisión Europea 2014)

Fuente: <http://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/docs/GI-Brochure-210x210-ES-web.pdf>

El concepto es amplio: incluye desde un bosque natural, una llanura aluvial o un humedal, hasta pequeños cursos de agua, setos y manchas de hábitats regenerados. Pero también pueden contemplar elementos de ingeniería creados por el hombre: ecoductos, puentes para fauna, parques periurbanos, y dentro de la ciudad incluso tejados y muros verdes siempre que alberguen biodiversidad y permitan funcionar a los ecosistemas. (CONAMA2016).

Fuente: <http://www.conama2016.org/web/es/prensa/noticias/-que-es-una-infraestructura-verde-.html>

Infraestructura polifuncional que utiliza sistemas naturales (o sistemas producto de ingeniería que imitan procesos naturales) para mejorar la calidad ambiental y proveer servicios sociales, económicos, culturales y ambientales. La I.V. es utilizada como componente de un sistema de manejo y aprovechamiento sustentable de agua. (IMPLAN Hermosillo-COCEF 2017)

Fuente: <http://www.cocef.org/desarrollo-de-capacidades/publicaciones-e-informes/manual-de-lineamientos-de-diseño-de-infraestructura-verde-para-municipios-mexicanos#.W-O2xZMzaUk>



**Retos asociados:** Abastecimiento de agua potable / Mala calidad del agua / Sobreexplotación de los mantos acuíferos / Subsistencia (hundimientos) / Antigüedad de las redes de abastecimiento y drenaje / Fugas / Contaminación de cuerpos de agua / Capacidad de la red de drenaje combinado / Inundaciones y encharcamientos

# TIPOS DE SOLUCIONES PARA UNA MEJOR GESTIÓN



# SOLUCIONES DE INFRAESTRUCTURA VERDE



Lagunas de biorretención

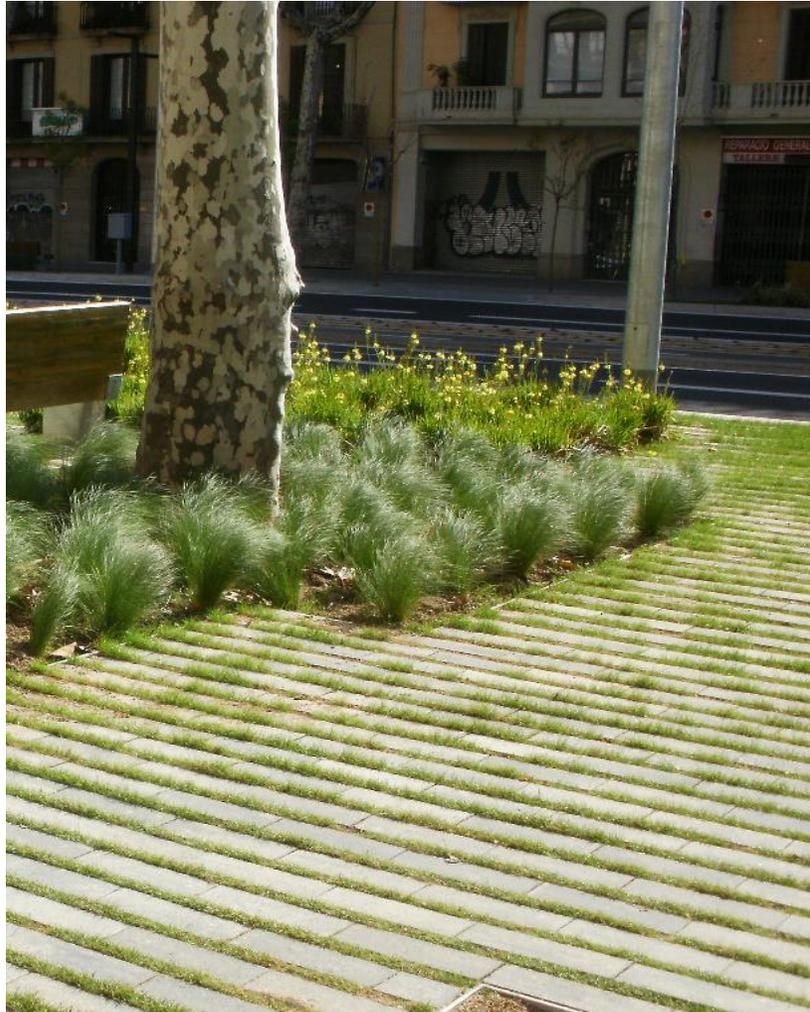


Plazas de agua



Jardines pluviales

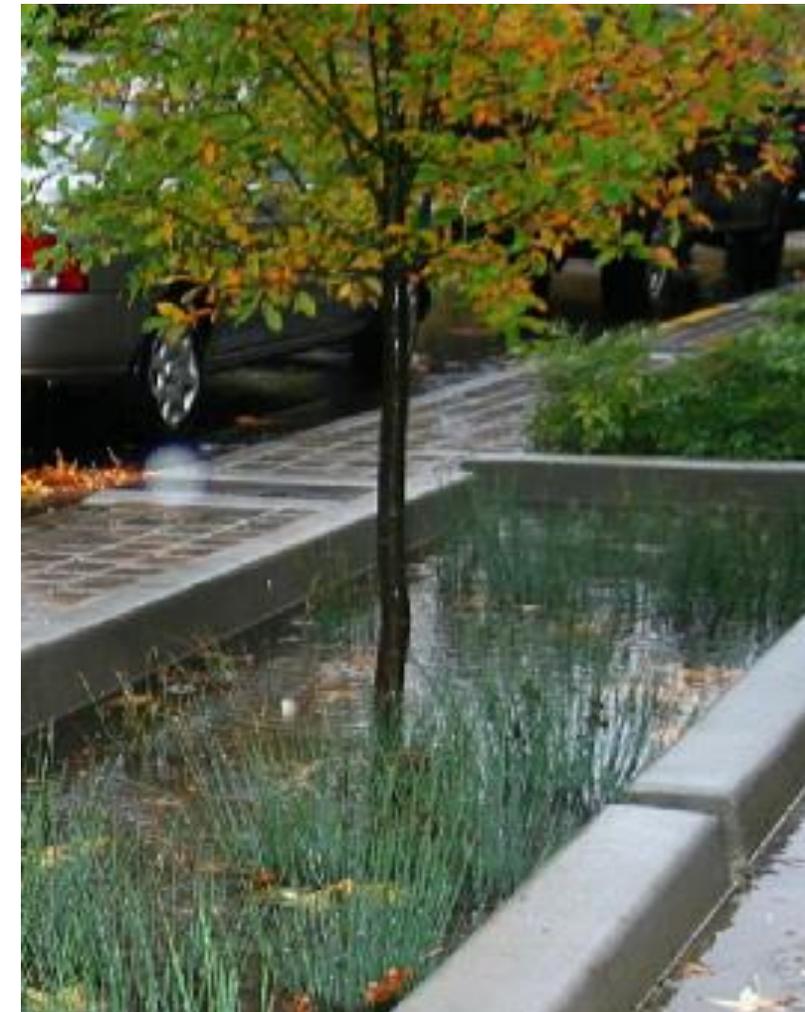
# SOLUCIONES DE INFRAESTRUCTURA VERDE



Pavimentos permeables



Humedales artificiales



Jardineras infiltrantes

# LINEAS DE ACCIÓN



## Tratamiento de agua

El agua se trata para mejorar su calidad y reutilizarse en un medio diferente

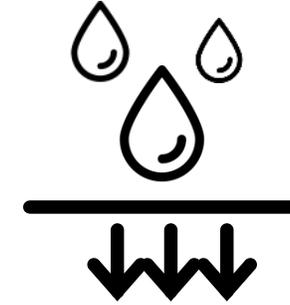
- Aguas jabonosas
- Aguas tratadas
- Pulimento en humedales



## Captación y almacenamiento agua pluvial

El agua pluvial se capta de forma directa o por escorrentía para su reutilización.

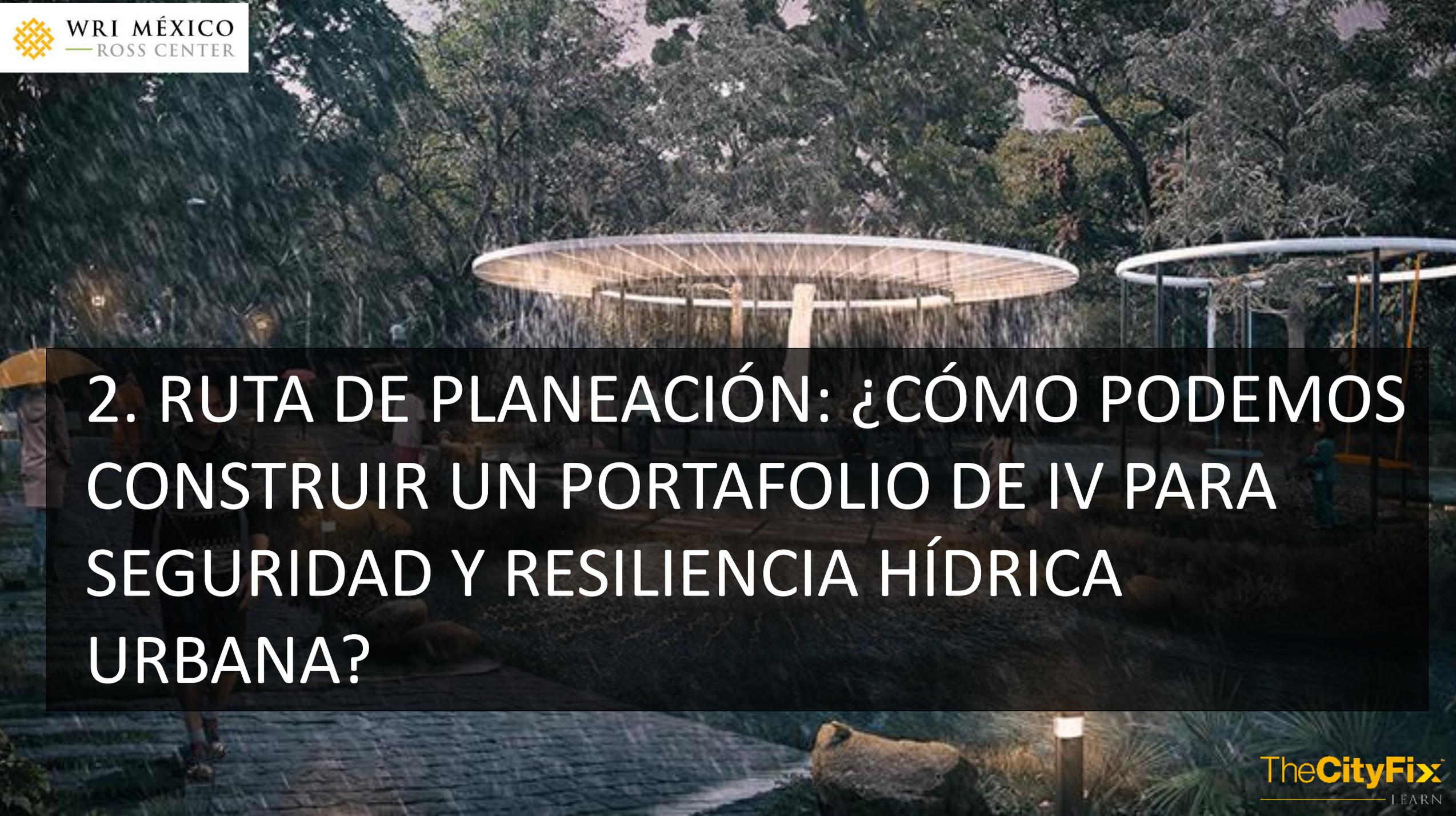
- Tanques de infiltración en espacios deportivos
- Cubiertas o azoteas
- Lagunas de captación



## Infiltración y retención de agua

El agua se infiltra de forma natural o artificial al subsuelo (dependiendo de su calidad) y/o se retiene para evitar en la medida de lo posible su salida al drenaje.

- Pozos de infiltración / absorción
- Jardines pluviales o infiltrantes
- Lagunas de biorretención
- Pavimentos permeables
- Mejoramiento de suelo para infiltración



## 2. RUTA DE PLANEACIÓN: ¿CÓMO PODEMOS CONSTRUIR UN PORTAFOLIO DE IV PARA SEGURIDAD Y RESILIENCIA HÍDRICA URBANA?



WRI MÉXICO

# DIAGNÓSTICO

---

# ¿POR DÓNDE EMPEZAR?

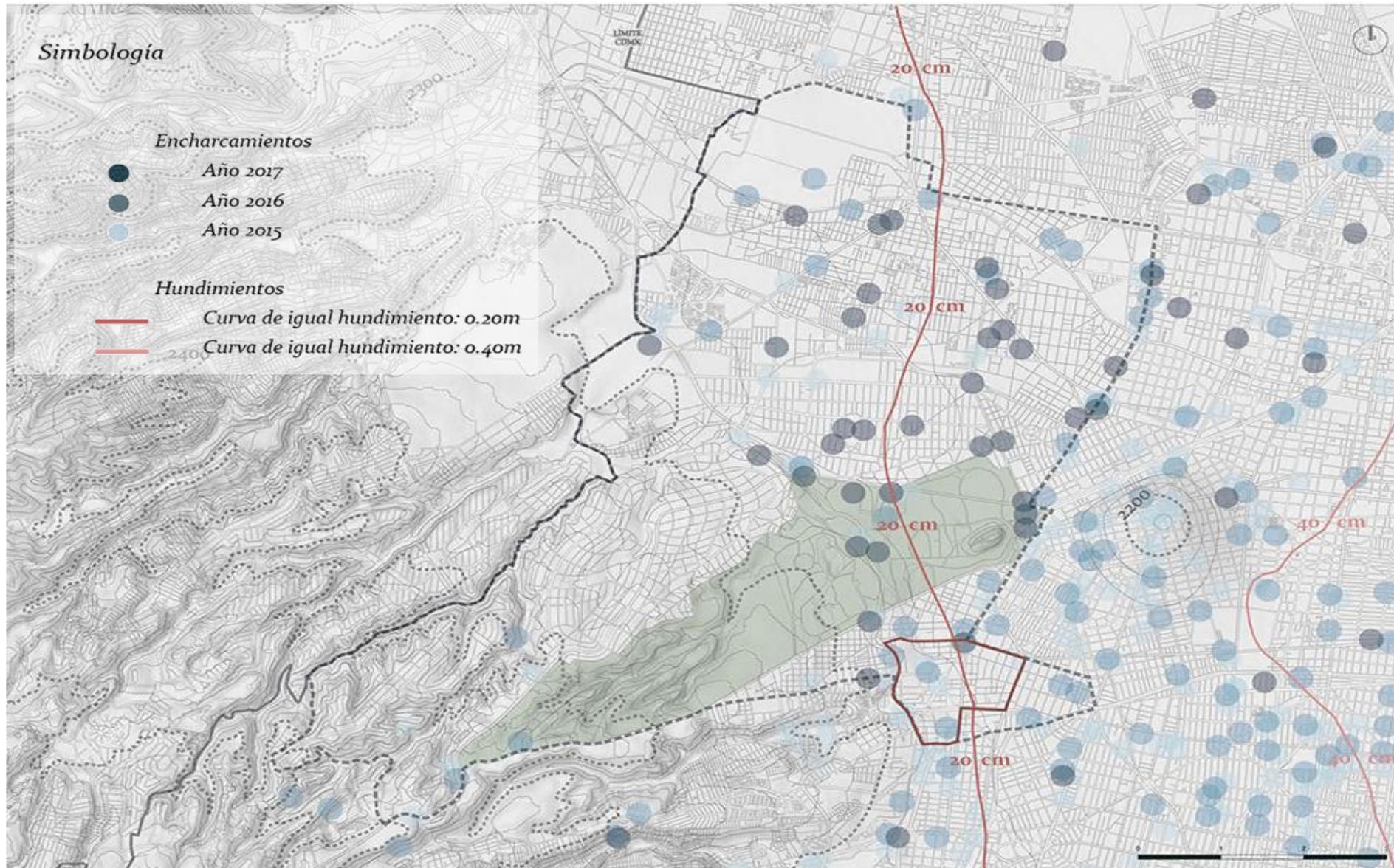
## Acopio de Información estadística y geoespacial:

- Geográfica
- Geológica
- Topográfica
- Demográfica
- Histórico de manejo de agua en la zona
- Urbana (tipos de suelo, planes de desarrollo, infraestructura y equipamiento)
- De riesgos y vulnerabilidades
- De movilidad y agua
- De infraestructura hidráulica

Mientras mejor sea nuestra información, más fácil será tomar decisiones para enfrentar los retos

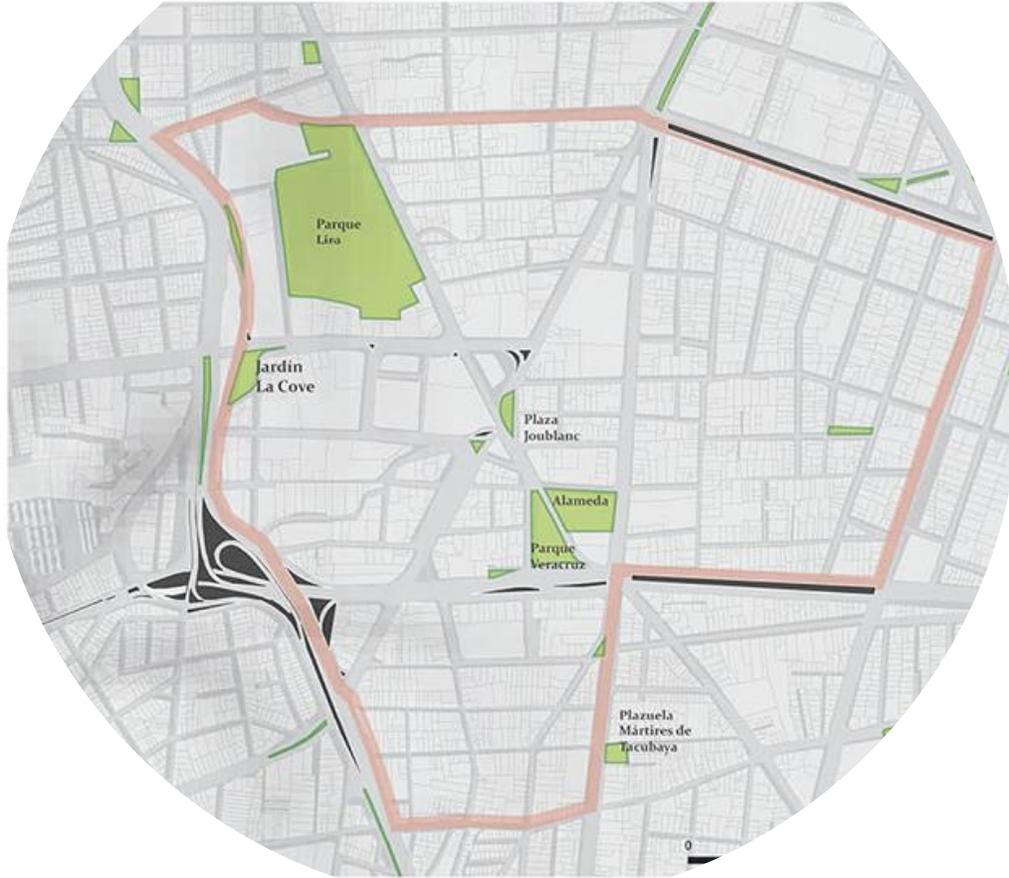


# MAPEO DE ENCHARCAMIENTOS ANUALES



Fuentes: Sistema de agua y drenaje, plan hídrico delegacional, mapoteca SACMEX

Inventario Espacios Verdes



Crecimiento - Antigüedad



WRI MÉXICO

# MODELACIÓN DE DESARROLLO E IMPACTO HIDROSANITARIO

---

# MODELACIÓN DEL POTENCIAL DE DESARROLLO NORMATIVO

## Más de un millón de m2 de potencial de Desarrollo

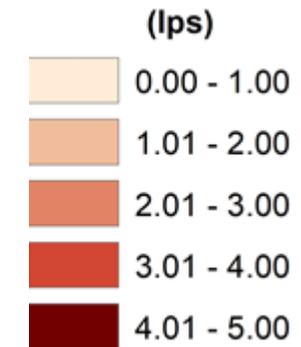
- Normativa de uso de suelo a nivel predio
- Programa Delegacional/Municipal de Desarrollo Urbano
- Programa Parcial de Desarrollo Urbano Zona Patrimonial
- DENUE (Directorio estadístico de Unidades Económicas)
- Tipología de vivienda (55m<sup>2</sup>-90m<sup>2</sup>)

¿Qué se toma en cuenta? → Superficie del predio, tipo de vialidad, niveles permitidos, área de desplante, superficie de construcción potencial, pisos potenciales





Teniendo información de el potencial de desarrollo urbano normativo – podemos generar modelos de presión hidrosanitaria futura territorializada



# ¿QUÉ PARÁMETROS OCUPAR? – EJEMPLOS:

## Crterios y supuestos base para modelar demanda potencial de agua potable

Supuestos base		
Promedio de ocupantes por vivienda*	3	hab/vivienda
Pérdidas físicas***	40	%
% Drenaje***	80	%
Provisión mínima de agua potable		
Tipo de edificación	Dotación	Unidad
Comercio**	6	l/m <sup>2</sup> /día
Comunicaciones**	2	l/m <sup>2</sup> /día
Cultura **	5	l/m <sup>2</sup> /día
Educación	25	l/m <sup>2</sup> /día
Estacionamientos, patios y plazuelas**	1	l/m <sup>2</sup> /día
Habitacional**	150	l/hab/día
Hotel ***	800	l/cuarto/día
Industria***	30	l/trab/día
Jardines**	5	l/m <sup>2</sup> /día
Oficina***	20	l/m <sup>2</sup> /día
Salud	800	l/trab/día

Norma técnica complementaria para proyecto arquitectónico (SOBSE 2011), Panorama sociodemográfico de la CDMX INEGI 2015, CONAGUA 2007



WRI MÉXICO

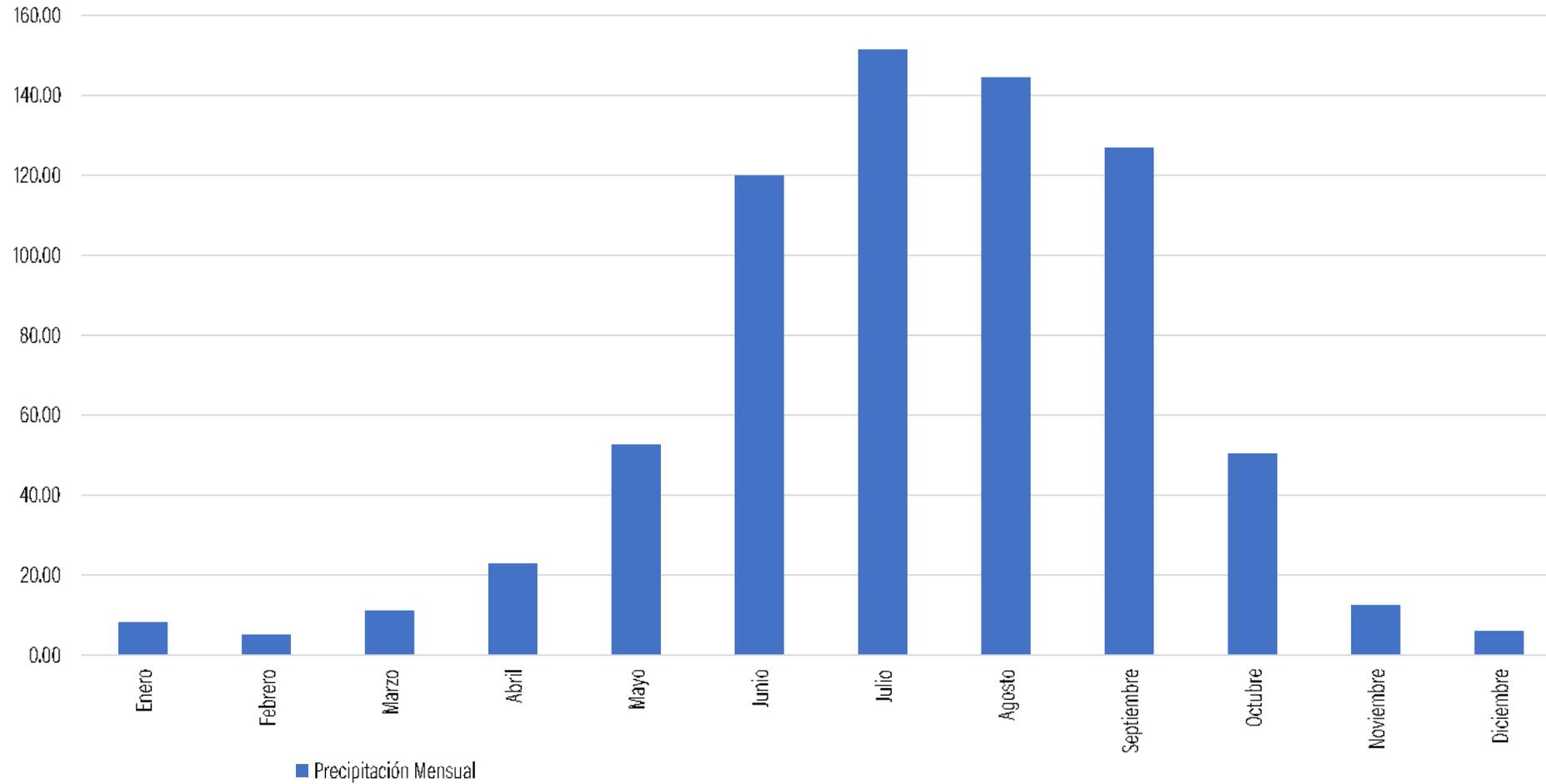
# PARÁMETROS DEL BALANCE HÍDRICO

---

## CONSIDERACIONES:

- Precipitación
- Áreas totales por predio
- Capacidades potenciales de infiltración (método número de curva y Turc)
- Normas y reglamentos para definir factores hídricos (consumo)

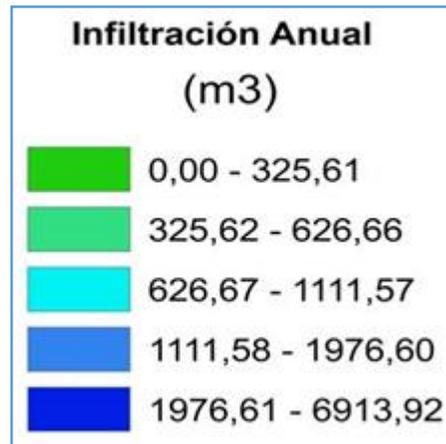
# PATRONES DE PRECIPITACIÓN



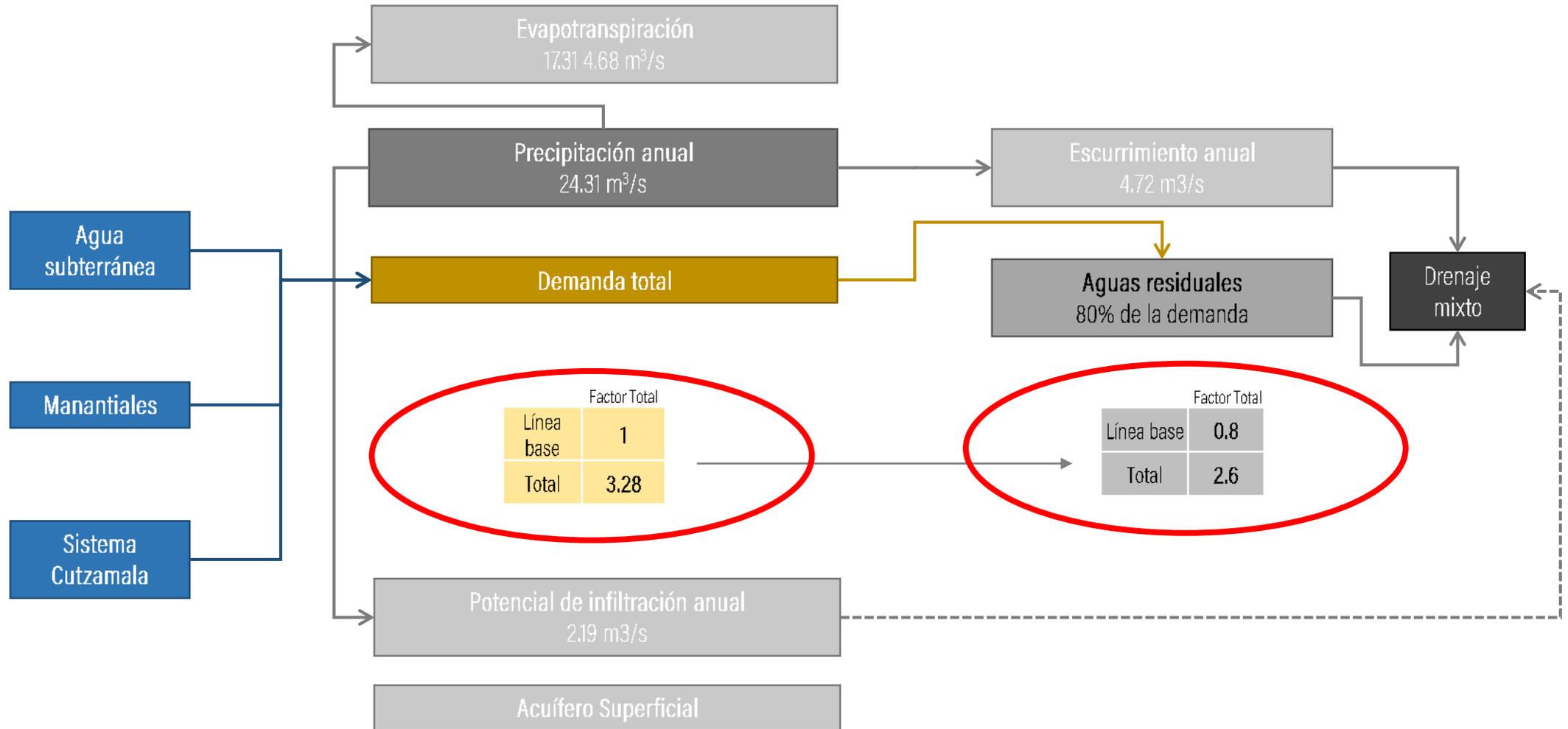
# POTENCIAL DE CAPTACIÓN – INFILTRACIÓN POR ÁREA



Con la información de estaciones hidrometeorológicas, y la información espacial del territorio (tamaño de predios e infraestructura) podemos generar mapas de potencial de captación/infiltración



# BALANCE HÍDRICO



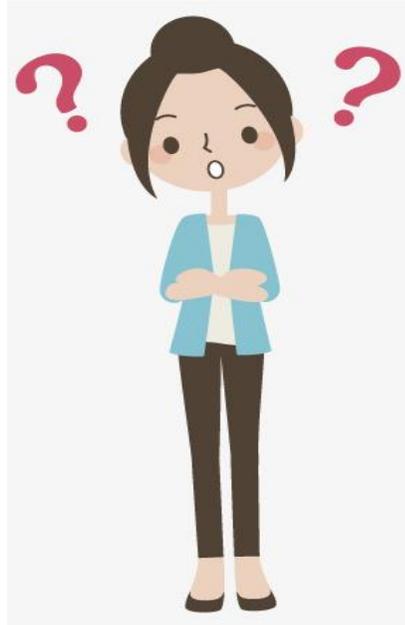
\*Todos valores ocupados en esta diapositiva son ejemplos hipotéticos para demostrar el impacto de los factores de incremento e impacto hidrosanitario asociados al desarrollo

# ¿QUÉ NOS DICE ESTE BALANCE?

## ABASTO

	Factor Total
Línea base	1
Total	3.28

- Hoy consumo 50lps (Línea base)
- Si se cumple lo previsto en la normativa, mi consumo crecería hasta 164lps



## DRENAJE (80%)

	Factor Total
Línea base	0.8
Total	2.6

- Hoy 40lps van al drenaje (Línea base)
- Si se cumple lo previsto en la normativa, se requeriría un drenaje capaz de soportar hasta 130lps

Si tenemos información para estimar las necesidades futuras... ¿porqué seguimos estructurando nuestras ciudades con parámetros pasados?

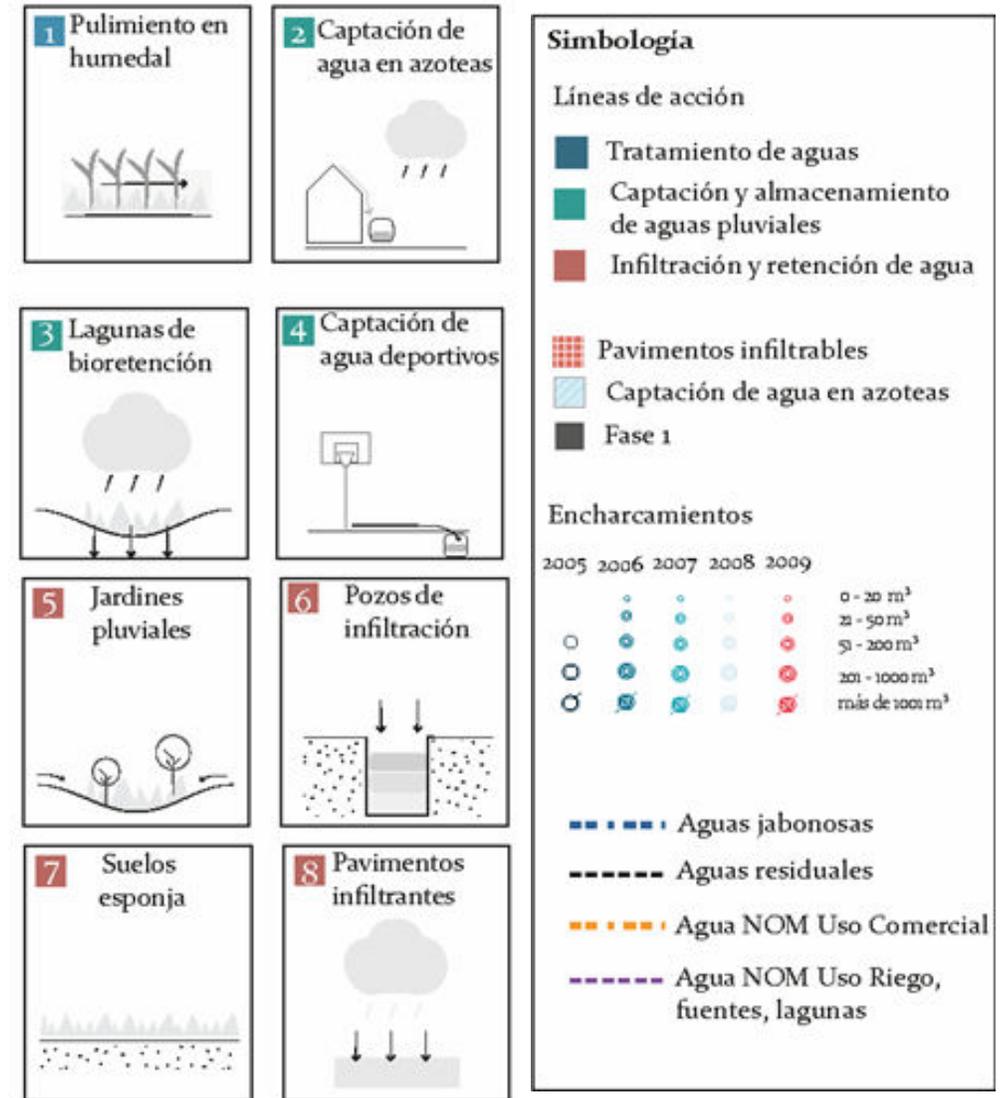


WRI MÉXICO

# ESTRATEGIAS Y LÍNEAS DE ACCIÓN

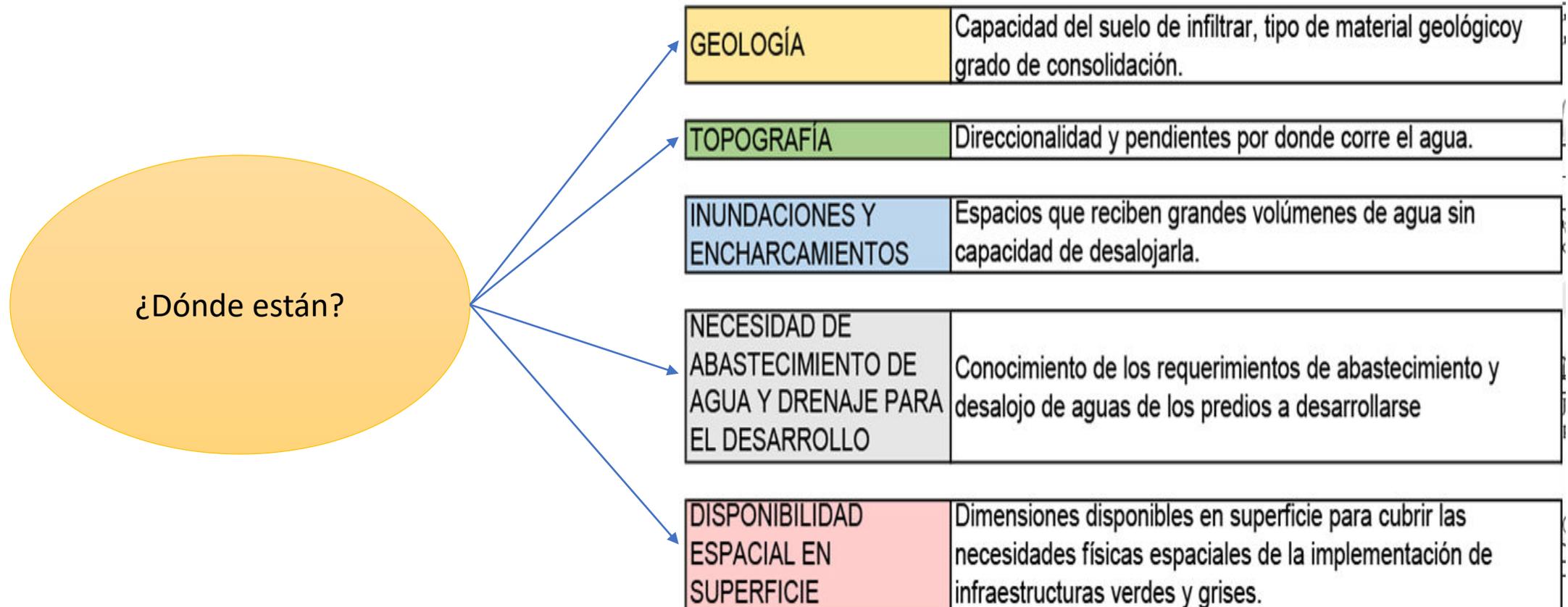
---

# ¿QUÉ PODEMOS HACER?



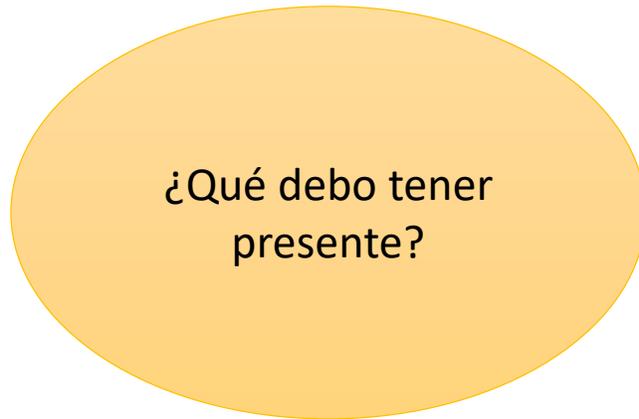
# ¿QUÉ CRITERIOS DEBEMOS CONSIDERAR PARA ELABORAR EL PORTAFOLIO DE ACCIONES?

Criterios Generales



# ¿QUÉ CRITERIOS DEBEMOS CONSIDERAR PARA ELABORAR EL PORTAFOLIO DE ACCIONES?

Criterios Específicos



¿Qué debo tener presente?

TRATAMIENTO DE AGUAS. El agua se trata para mejorar su calidad y reutilizarse para un medio diferente.

Tipo de tratamiento	Requerimientos espaciales
Aguas jabonosas	Requiere mínimo 15m2 de superficie de desplante para el gasto calculado para recibir agua jabonosa y distribuir agua tratada. Debe estar preferentemente en la parte baja de los predios aportadores de agua jabonosa para evitar bombeo y de preferencia en un nivel superior o a nivel de los predios receptores de agua tratada.
Aguas tratadas	PTAR debe estar conectada a la red de drenaje para recibir un volumen según el gasto calculado. Debe contar con al menos 25m2 y de preferencia junto a una superficie en desnivel para albergar los humedales de pulimento por gravedad
Pulimento en humedales	Deberán estar en pendiente para utilizar la gravedad para tratar en a menos tres caídas. Deberán estar conectados a la PTAR.

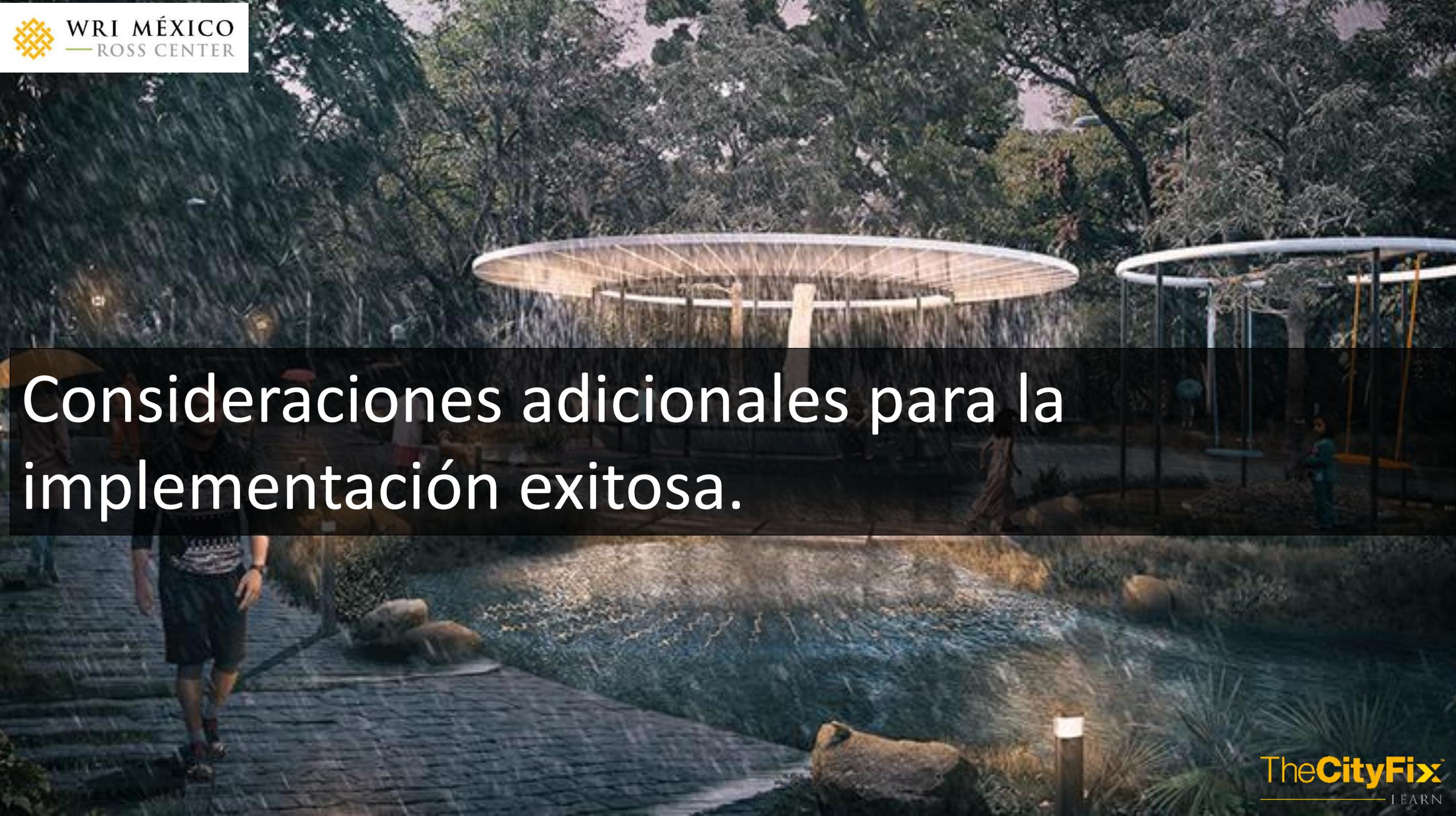
CAPTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE AGUAS PLUVIALES. El agua pluvial se capta de forma directa o por escorrentía para su reutilización.

Tipo de sistema	Requerimientos espaciales
Skatepark / Canchas o espacios deportivos	Se requiere un espacio abierto y libre en un espacio público de preferencia de fácil acceso. Las dimensiones de un skatepark son de mínimo de 60m2. Deberá estar en un espacio que permita el ruido. Las canchas deberán ser de las medidas reglamentarias, siendo la de basketball una de las más utilizadas y pequeñas con 420 m2.
Cubiertas o azoteas	Deberán estar en buen mantenimiento y limpieza para poder captar agua en dicha superficie, no existe un mínimo de superficie.
Lagunas de captación	Deberán estar ubicadas de manera que puedan captar agua por escorrentía, de precipitación pluvial y/o en conexión con otras superficies captadoras como estacionamientos o cubiertas de

INFILTRACIÓN Y RETENCIÓN DE AGUA. El agua se infiltra de forma natural o artificial al subsuelo (dependiendo de la calidad de la misma) y/o se retiene para evitar en la medida de lo posible su salida al drenaje.

Tipo de sistema	Descripción técnica
Pozos de infiltración / absorción	Deberán estar ubicados en zonas de encharcamiento o inundación para su mayor efectividad o sobre una vía de escorrentía para retenerla e infiltrarla. Se requiere mínimo 1m de diámetro de
Jardines pluviales o infiltrantes	Deberán diseñarse de forma lineal y con un pendiente de mínimo 6% de un extremo al otro para conducir y aprovechar el agua. Deberán captar el agua de escorrentía de las superficies aledañas. Deberán estar expuestas a radiación solar directa para garantizar la supervivencia de su vegetación.
Lagunas de bioretención	Deberán ubicarse en una parte baja para mitigar encharcamientos e inundaciones puntuales. Deberán contar con al menos 25m2 de superficie.
Pavimentos permeables	Se deberán colocar en estacionamientos y superficies de mas de 40 m2 de pavimentación para agarrar la retención del agua al subsuelo y evitar su escorrentía hacia el drenaje.
Mejoramiento de suelo para infiltración	Se deberá considerar para cualquier zona de cubierta vegetal que vaya a recibir vegetación nueva.

\*Las características, indicadores y dimensiones referidos en estas tablas pueden variar dependiendo el contexto y las necesidades del territorio donde se aplican. Es fundamental hacer evaluaciones específicas que refinen estos supuestos, para apegarse a las características locales, de manera previa a la definición de acciones y su implementación



Consideraciones adicionales para la implementación exitosa.



WRI MÉXICO

# CONSIDERACIONES JURÍDICAS E INSTITUCIONALES

---

# ¿DÓNDE INSTALAREMOS LA INFRAESTRUCTURA?

ESTRATEGIAS EN  
**ESPACIOS  
PRIVADOS**

ESTRATEGIAS  
**PÚBLICO  
PRIVADAS**

ESTRATEGIAS EN  
**ESPACIOS  
PÚBLICOS**

# ¿QUÉ PASOS DEBEMOS SEGUIR?



# APEGARSE A LA NORMATIVA (EJEMPLO PTAR / PTAJ)

Norma	Uso
<p><b>NOM-127-SSA1-1994.</b> Agua para uso y consumo humano.</p>	<p>Establece los límites permisibles de calidad y los tratamientos de potabilización del agua para uso y consumo humano.</p>
<p><b>NOM-003-SEMARNAT-1997.</b> Límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público.</p>	<p>Límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Reúso en servicios al público con contacto directo: actividades donde el público usuario esté expuesto directamente o en contacto físico (llenado de lagos y canales artificiales recreativos con paseos en lancha, remo, canotaje y esquí; fuentes de ornato, lavado de vehículos, riego de parques y jardines)</li> <li>■ Reúso en servicios al público con contacto indirecto u ocasional: actividades donde el público en general esté expuesto indirectamente o en contacto físico incidental y que su acceso es restringido (riego de jardines y camellones en autopistas, camellones en avenidas, fuentes de ornato, campos de golf, abastecimiento de hidrantes de sistemas contra incendio, lagos artificiales no recreativos, barreras hidráulicas de seguridad y panteones)</li> </ul>



WRI MÉXICO

# CONSIDERACIONES ECONÓMICAS

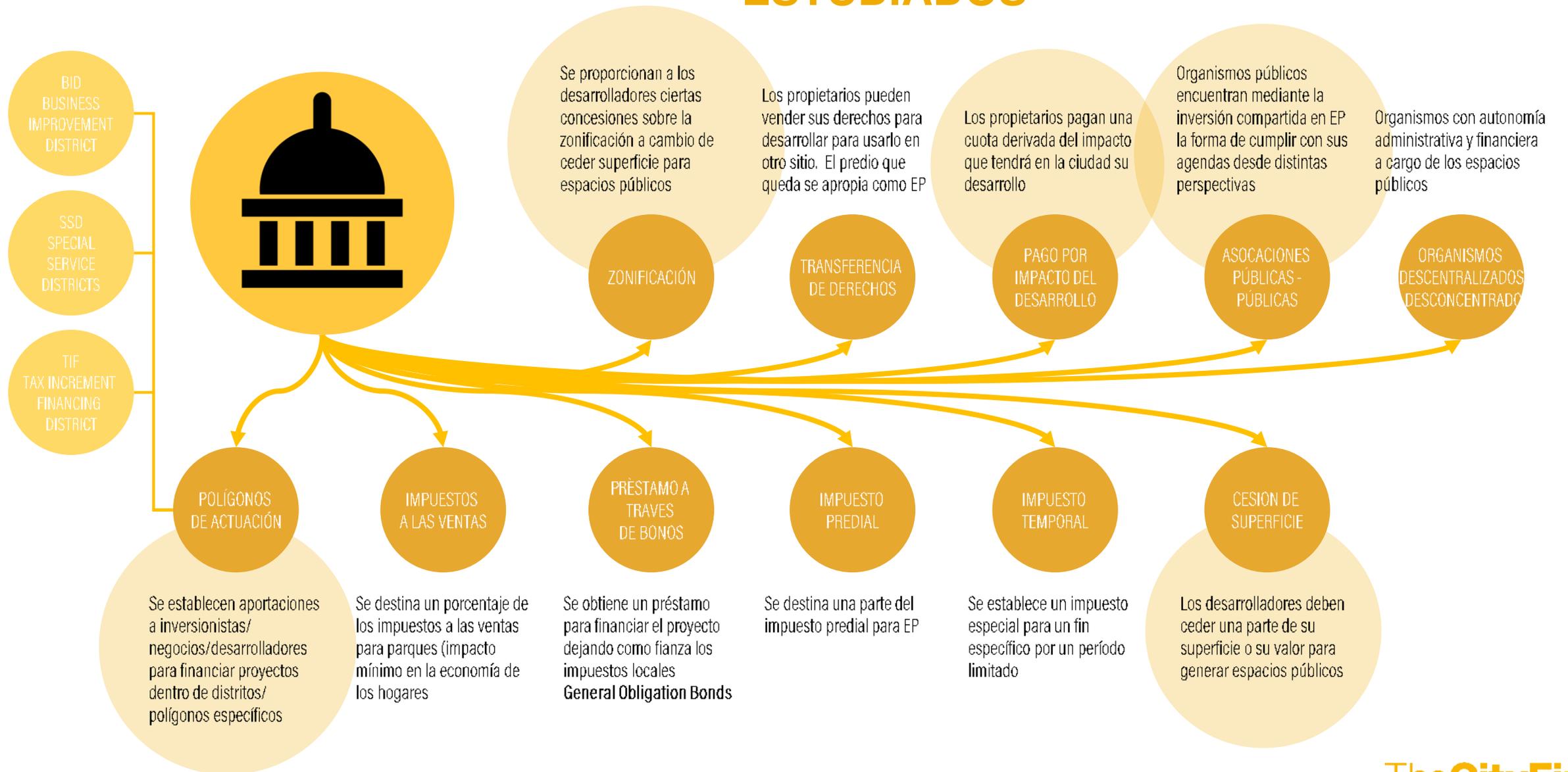
---

# COSTOS PARAMÉTRICOS (EJEMPLOS)

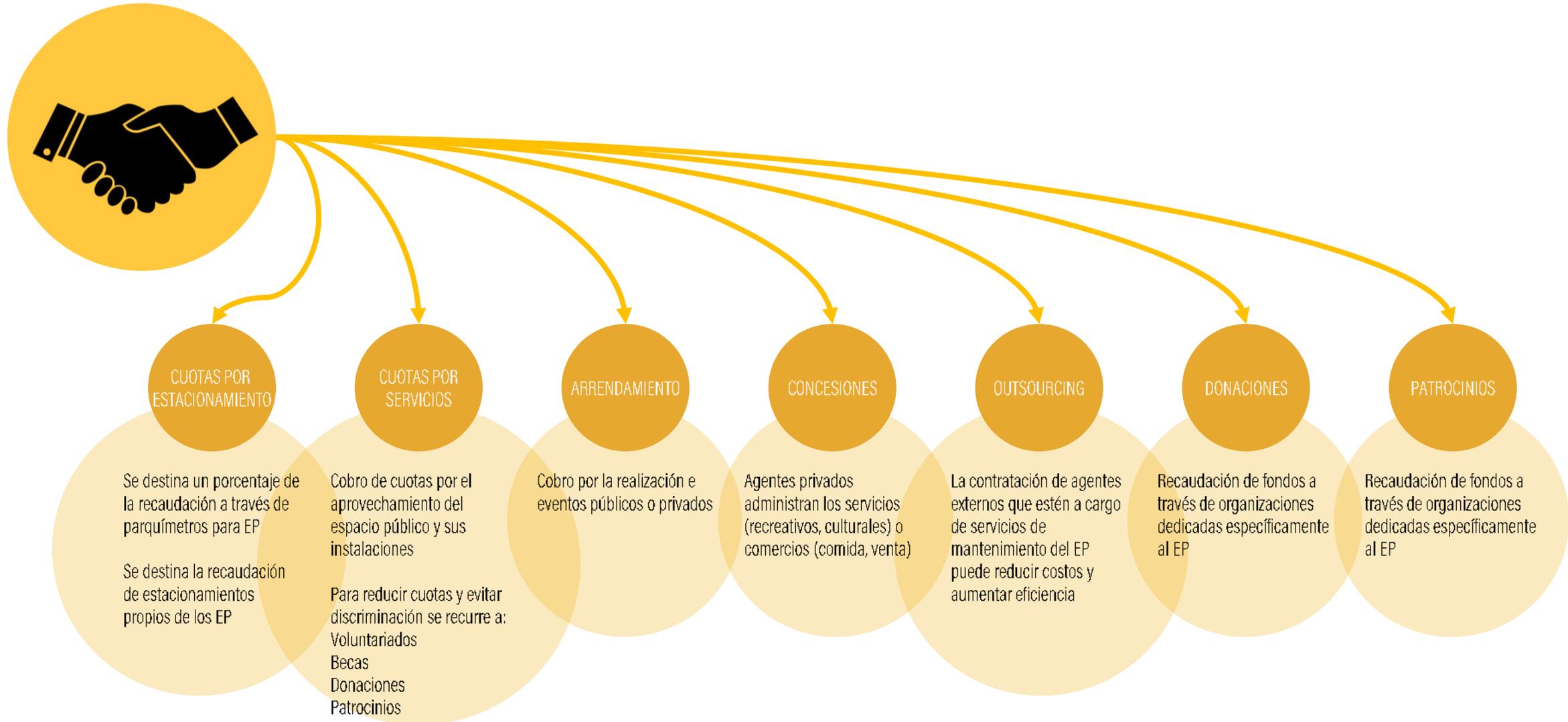
Línea de acción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Total	Costo de operación	Mantenimiento (anual)	Requerimientos espaciales
	Planta de tratamiento de aguas jabonosas 6lps	Planta de tratamiento	1	\$542,845 USD (sin obra civil)	\$542,845 USD	\$10.6 pesos/m <sup>3</sup> personal capacitado	5% del valor de la inversión 27 m <sup>2</sup>
	Planta de tratamiento de aguas residuales 6lps	Planta de tratamiento	1	\$597,409 USD (sin obra civil)	\$597,409 USD	\$2.17 pesos/m <sup>3</sup> personal capacitado	5% del valor de la inversión 222 m <sup>2</sup>
	Pulimento en humedales	sistema de humedal	1	\$1,800,000 pesos	\$1,800,000 pesos	\$5 pesos/m <sup>2</sup> personal capacitado	2% del valor de la inversión 5,000 m <sup>2</sup>
	Tanques de infiltración en espacios deportivos	tanque	1	\$5,155,000.00 pesos	\$5,155,000.00 pesos	personal capacitado	\$27,000.00 pesos 28,600 m <sup>2</sup>
	Captación en Cubiertas de Edificaciones	sistemas	11	\$10,000 pesos	\$110,000 pesos	personal capacitado	10% del valor de la inversión variable
	Lagunas de captación	sistemas	1	Depende del tamaño \$6,000 por m <sup>2</sup>	\$300,000 pesos	personal no capacitado	10% del valor de la inversión
	Infiltración por pozo (Sistema de regulación y filtrado)	pozos	7	\$4,579,000.00 pesos	\$32,053,000 pesos	personal capacitado	\$131,500.00 pesos 192 m <sup>2</sup>
	Jardines pluviales o infiltrantes (bioswales o jardineras)	ml	2000	\$2,500 pesos	\$5,000,000 pesos	no aplica	10% del valor de la inversión variable
	Lagunas de biorretención	m <sup>2</sup>	300	\$2,500 pesos	\$750,000 pesos	no aplica	10% del valor de la inversión variable
	Pavimentos infiltrantes	m <sup>2</sup>	10,000 m <sup>2*</sup>	\$400 pesos	\$4,000,000 pesos	no aplica	no aplica variable
	Mejoramiento de suelo para infiltración	m <sup>2</sup>	5000	\$500 pesos	\$2,500,000 pesos	no aplica	no aplica variable

- Los costos paramétricos incluidos contemplan únicamente el costo de la tecnología referida. **No incluyen** costos previos o adicionales asociados a estudios previos o complementarios, obra civil, obra mecánica, hidráulica, eléctrica, obras inducidas, complementarias, ni ningún otro tipo de costo asociado. Deben ocuparse sólo como referencia paramétrica comparativa entre las alternativas de solución.
- Sondeo comercial realizado en México – precios Junio 2018 - deben refinarse y ajustarse al momento de implementación y para otros territorios

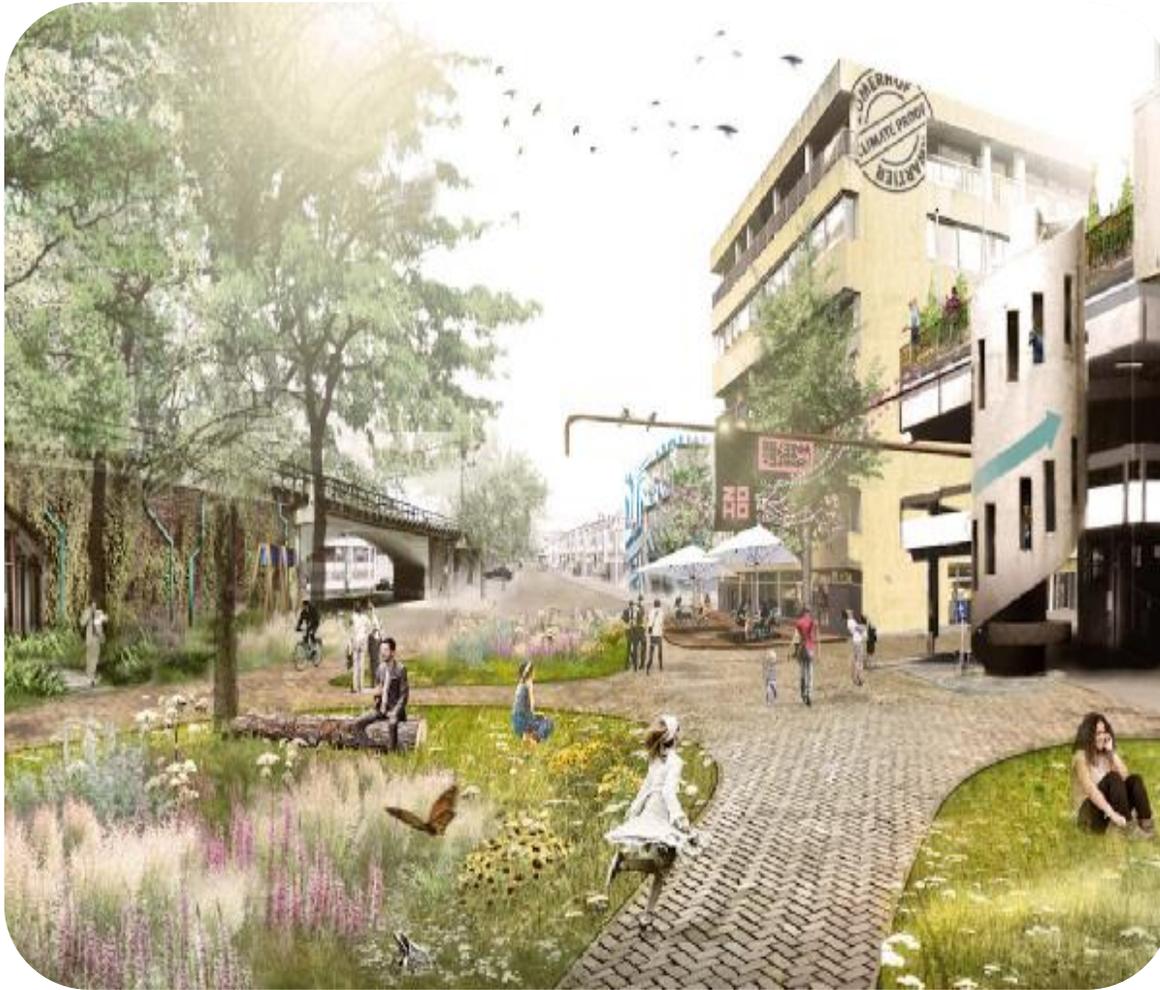
# ESQUEMAS DE FINANCIAMIENTO PÚBLICO EN CASOS ESTUDIADOS



# ESQUEMAS DE FINANCIAMIENTO PRIVADO EN CASOS ESTUDIADOS



# Casos de referencia Internacionales y Nacionales



Water Sensitive Zomerhof / Agniese district, Rotterdam

Autores: De Urbanisten

Ubicación: Rotterdam, Países Bajos

Año: 2015, en proceso

Costo: 18.029.283,61 MXN

Actores principales:

Gobierno local Municipalidad de Rotterdam con el Programa Estrategia de Adaptación al Cambio Climático y Ministerio de Infraestructura y Medio Ambiente.

Consultores privados: De Urbanisten apoyados por el Departamento de Gestión de Agua de Rotterdam, Corporación Inmobiliaria Havensteder y Superuse Studio (análisis urbano)

Descripción: **Red de proyectos para mejorar la resiliencia de un distrito con la incorporación de infraestructura verde en calles, plazas y parques para evitar inundaciones.**



Water Square Benthemplein, Rotterdam  
Autores: De Urbanisten  
Ubicación: Rotterdam, Países Bajos  
Año: 2011-2012 (Diseño) 2013 (Término)  
Área: 9 000m<sup>2</sup>  
Costo: 103.767.087,70 MXN  
Actores principales:  
Gobierno local Ciudad de Rotterdam sostenida por una organización descentralizada e independiente con funciones específicas definidas por ley y financiamiento propio (Waterboard Schieland & Krimpenerwaard)  
Consultores privados De Urbanisten apoyados por la Oficina de Ingeniería de Rotterdam y colaboradores de diseño, construcción y retroalimentación social.  
**Descripción: Conjunto de plazas de agua que retienen y almacenan temporalmente la escorrentía pluvial y la infiltran al subsuelo.**

- *Ratio* | Georgia Street, Indiana. | <http://www.landezine.com/index.php/2014/11/>
- Atelier Dreiseitl | Potsdamer Platz, Berlín | <http://www.greenroofs.com/projects/pview.php?id=151>
- Atelier Dreiseitl | Tanner Springs Park, Portland | <http://greenworkspc.com/2017/02/03/tanner-springs-park-honored-frontline-park/>
- Kevin Robert Perry | 12th Avenue Green Street, Portland | <https://www.asla.org/search.aspx?q=12th%20aveniue>
- White Arkitekter | Ulls hus, Uppsala | <http://www.landezine.com/index.php/2015/11/ulls-hus-by-white-arkitekter/>
- De Urbanisten | Rainproff Ringsted, Ringsted | <https://worldlandscapearchitect.com/rainproof-ringsted-solving-the-stormwater-problem-creates-opportunities/>



<http://www.cocef.org/desarrollo-de-capacidades/publicaciones-e-informes/manual-de-lineamientos-de-diseño-de-infraestructura-verde-para-municipios-mexicanos#.W-O2xZMzaUk>



<https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2018/06/Plan-Hidrico-Miguel-Hidalgo-copia.jpg>

## CONCLUSIONES Y REFLEXIONES FINALES

La información, diagramas, datos e investigación realizada para esta presentación, fue generada/recabada por el equipo de **CIUDADES** de:



Con la colaboración de:



# ¡GRACIAS POR SU ASISTENCIA!

Dudas o comentarios:

[gabriela.morales@wri.org](mailto:gabriela.morales@wri.org)

Gerente de Gestión Hídrica y Resiliencia Urbana

[valeria.hurtado@wri.org](mailto:valeria.hurtado@wri.org)

Coordinadora de Gestión y desarrollo de Capacidades Locales